

⑤

Int. Cl. 2:

**C 03 B 37/00**

⑯

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

G 02 B 5/14

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 26 29 658 A 1**

⑪

# **Offenlegungsschrift 26 29 658**

⑫

Aktenzeichen:

P 26 29 658.2

⑫

Anmeldetag:

1. 7. 76

⑬

Offenlegungstag:

5. 1. 78

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

—

⑤

Bezeichnung:

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Lichtleitfasern mit lose sitzender Ummantelung aus Glas

⑦

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

⑦

Erfinder:

Aulich, Hubert, Dr., 8000 München;  
Grabmaier, Josef, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 8136 Kempfenhausen;  
Eisenrith, Karl-Hein, 8162 Schliersee

⑤

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 5 26 900

DE-AS 10 39 224

DE-OS 25 28 991

DD 1 13 966

**DE 26 29 658 A 1**

~~8~~

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Herstellung einer Lichtleitfaser mit lose sitzender Ummantelung, g e k e n n z e i c h n e t durch einen Doppeltiegel mit einem Außentiegel (1) zur Aufnahme einer Schmelze (11) für die Ummantelung (2000) und mit einem Innentiegel (2) zur Aufnahme einer Schmelze (2) für den Lichtleitfaserkern (1000), wobei der Innentiegel in seinem Boden eine Düse (20) besitzt, und wobei der Außentiegel eine ringförmige Düse (10) besitzt, deren Mittelachse zumindest annähernd mit der Mittelachse der Düse im Innentiegel übereinstimmt, und deren Innendurchmesser größer ist als der Durchmesser der Düse im Innentiegel.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß sich im Außentiegel ein Hohlraum (7) befindet, in dem der Innentiegel vom Außentiegel getrennt angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Innentiegel und der Außentiegel voneinander räumlich getrennt angeordnet sind, wobei im Außentiegel ein rohrförmiger Hohlraum (7) angeordnet ist, dessen Mittelachse mit der Mittelachse der Düse des Innentiegels zumindest annähernd übereinstimmt.
4. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß in die Tiegel eine für die Lichtleitfaserummantelung bzw. für den Lichtleitfaserkern vorgesehene Glassorte eingegeben wird, daß diese Glasbeladung der Tiegel zu Schmelzen (11, 21) aufgeschmolzen wird, wobei die Düsen der Tiegel durch einen Verschluß (5) verschlossen sind, daß nach dem Aufschmelzen die Schmelzen auf eine zum Ziehen vorgesehene Temperatur gebracht werden, daß nunmehr der Verschluß nach unten abgezogen wird, wobei am Verschluß ein Glasstrang (211) haften bleibt, welcher von einem ebenfalls am Verschluß haftenden Glasschlauch (111) umhüllt ist, und daß nun der Glasstrang und der Glasschlauch zu einer Lichtleitfaser mit einem Lichtleitfaserkern (1000),

welch r von einer lose sitzenden Ummantelung (2000) umgeben ist, ausgezogen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4 zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß durch den Hohlraum (7) ein Inertgas geleitet wird.
6. Verfahren zur Herstellung von Lichtleitfasern mit lose sitzender Ummantelung, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t , daß die Lichtleitfasern aus einem Doppeltiegel mit einem Außen- (1) und einem Innentiegel (2), wobei am Innentiegel eine Düse (20) für den Lichtleitfaserkern und im Außentiegel eine ringförmige Düse (10) für die Ummantelung angeordnet ist, gezogen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t , daß in den Außen- und in den Innentiegel Glas-  
massen eingefüllt werden.

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung von Lichtleit-  
fasern mit lose sitzender Ummantelung aus Glas.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von Lichtleitfasern mit lose sitzender Ummantelung.

Derartige Lichtleitfasern sind bereits aus der Druckschrift E. Kaiser, A.C. Hart, L.L. Blyler, Appl. Opt. 14 (1975) S. 156 ff bekannt. Die in dieser Druckschrift beschriebenen Lichtleitfasern besitzen einen Kern aus hochreinem Quarzglas und einen lose sitzenden Mantel aus Kunststoff. Bei diesen bekannten Lichtleitfasern können jedoch noch eine Reihe von Problemen auftreten: Bei der Herstellung der Ummantelung der Lichtleitfaserkerne können Verunreinigungen an der Oberfläche der Kerne auftreten, diese Verunreinigungen führen zu einer erhöhten Streuung in der Faser, so daß die Eigenschaften der Fasern nicht reproduzierbar sind. Außerdem können Verunreinigungen, wie z.B. Wasser, durch den Mantel aus Kunststoff diffundieren. Weiterhin besteht die Gefahr, daß das Kunststoffmaterial der Ummantelung auskristallisiert, dadurch kann der Wert der Dämpfung der Lichtleitfasern ansteigen. Da außerdem das Kunststoffmaterial der Ummantelung ohnehin verhältnismäßig hohe Dämpfungswerte besitzt, besitzen die Lichtleitfasern nur eine geringe numerische Apertur.

Aufgabe der Erfindung ist es, zur Herstellung von Lichtleitfasern mit lose sitzender Ummantelung eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, so daß die eingangs genannten

709881/0435

24.6.1976 / Rtd 17 Htr

Schwierigkeiten bei der Herstellung derartiger Lichtleitfasern nicht auftreten.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, welche erfindungsgemäß die Merkmale des Kennzeichens des Patentanspruches 1 aufweist.

Gemäß der Erfindung ist also ein Doppeltiegel vorgesehen, bei dem ein Außentiegel, der in seinem Boden eine ringförmige Düse besitzt, zur Aufnahme einer Schmelze für die Ummantelung der späteren Lichtleitfaser dient, und bei dem ein Innentiegel, der eine im allgemeinen kreisförmige, innerhalb der Ringdüse des Außentiegels angeordnete Düse besitzt, zur Aufnahme einer Schmelze für den Lichtleitfaserkern dient. Auf diese Weise ist es möglich, eine Lichtleitfaser mit lose sitzender Ummantelung in herkömmlicher Weise zu ziehen.

Bei den Schmelzen handelt es sich im allgemeinen um Glas-schmelzen. Stattdessen ist es auch möglich, Kunststoffe zu verwenden, z.B. solche, die unter Polymerisation aushärten. Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren können für Gläser und Kunststoffe benutzt werden. Bislang besitzen Gläser bessere optische Eigenschaften, deshalb wird in der folgenden Beschreibung nicht nochmals ausdrücklich auf Kunststoffe verwiesen.

Eine derartige Lichtleitfaser mit einer lose sitzenden Ummantelung aus Glas besitzt auch Vorteile gegenüber herkömmlichen Lichtleitfasern, die einen Lichtleitfaserkern aus Glas und eine fest sitzende Ummantelung aus Glas besitzen. Bei Lichtleitfasern mit fest sitzender Ummantelung besteht der Kern im allgemeinen aus einem hochreinen Glas, der Mantel besteht dagegen aus einem weniger reinen Glas. Die Zusammensetzung des Glases für den Kern ist so gewählt, daß der Brechungsindex des Kernmaterials größer als der Brechungsindex des Mantels ist. Da Kern und Mantel eine kompakte Einheit bilden, und da es beim Ziehen einer derartigen Lichtleitfaser vorkommen kann, daß der Faserkern nicht genau zentrisch im Mantel sitzt, kann es beim Verbinden zweier derartiger Fasern zu erheblichen Schwierigkeiten bei der

Justierung kommen. Denn bereits geringe Veränderungen in der Geometrie der zu verbindenden Faserendflächen können zu hohen Einkoppelverlusten führen. Außerdem wird der Füllfaktor beim Verspleißen mehrerer Einzelfasern mit fest sitzender Ummantelung durch die Anwesenheit des Mantelgases verringert, wie beispielsweise aus der Druckschrift M.K. Barnoski, Appl. Opt. 14 (1975) S. 2571 hervorgeht.

Um einen möglichst großen Akzeptanzwinkel bei der Lichteinkopplung in eine Lichtleitfaser zu erhalten, sollte die Brechzahl Differenz zwischen Lichtleitfaserkern und Ummantelung möglichst groß sein. Diese Brechzahl Differenz läßt sich jedoch im allgemeinen bei Lichtleitfasern mit fest sitzender Ummantelung nicht beliebig vergrößern, da die thermischen und chemischen Eigenschaften der Glassorten für die Ummantelung und für den Kern genau aufeinander abgestimmt sein müssen. Zu große Unterschiede in den thermischen Ausdehnungskoeffizienten können zu Rißbildungen in der Lichtleitfaser führen. Chemische Unverträglichkeiten der Glassorten können zu Kristallitbildung und Phasentrennung an der Grenzfläche Kern-Mantel führen.

Aus diesem Grunde wurde bereits in der Druckschrift T. Miyashita, T. Adahiro, S. Takahashi, M. Horiguchi, K. Masuno, J. Appl. Phys. 45 (1974) S. 808 eine "eccentric-core optical fiber" vorgeschlagen, bei der ein hochreiner Kern aus einem Quarzglas mit einem Borsilikat-Mantel nur an einer Stelle verschmolzen war. Aber auch bei diesem Fasertyp müssen die chemischen und thermischen Eigenschaften des Kerns und des Fasermantels aufeinander abgestimmt sein. Hinzu kommt, daß die Herstellung dieser Fasern nach der Stab-Rohr-Methode erfolgt, bei der ein Glasstab für den Kern in ein Glasrohr für den Mantel gesteckt wird, wobei dann diese Stab-Rohr-Einheit erhitzt und zu einer Faser ausgezogen wird. Mit dieser Methode lassen sich reproduzierbare Ergebnisse nur schwer erzielen.

Vorteilhafterweise lassen sich nun aufgrund der Erfindung alle diese Schwierigkeiten, die bei Lichtleitfasern mit fest sitzender Ummantelung und bei eccentric-core optical fibers auf-

treten, ausräumen, da es nunmehr möglich ist, eine Lichtleitfaser mit einem lose sitzenden Glasmantel und einem hochreinen Glaskern mit einem kontinuierlichen Verfahren herzustellen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren, die Ausführungsbeispiele zeigen, erläutert.

Dabei zeigt die Fig. 1 einen Schnitt durch einen Doppeltiegel, die Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf den Tiegel der Fig. 1, die Fig. 3 zeigt einen Querschnitt der hergestellten Lichtleitfaser, die Fig. 4 und 5 zeigen Schnittbilder von abgewandelten Ausführungsformen für den Doppeltiegel.

Die Fig. 1 zeigt nun ein einfaches Beispiel für den erfindungsgemäßen Doppeltiegel. Dieser besteht z.B. aus Platin, Iridium oder einer Platin-Rhodium-Legierung. An sich kann der Doppeltiegel auch aus anderen Materialien bestehen, die hitzefest und chemisch reaktionsträge sind. Dieser Doppeltiegel besitzt nun einen Außentiegel 1, in dem ein Innentiegel 2 angeordnet ist. Der Außentiegel besitzt in seinem Boden eine ringförmige Düse 10, die Düse 20 des Innentiegels ist innerhalb dieser Ringdüse angeordnet. Der Innentiegel ist durch Querstege 3 innerhalb des Außentiegels befestigt. Der Doppeltiegel kann mit einer Heizung, hier eine Induktionsheizung 4, beheizt werden.

Zum gleichzeitigen Verschuß der Düsen des Innentiegels und des Außentiegels dient der Verschuß 5, welcher einen Verschußring für die Ringdüse und einen Verschußstift für die Düse des Innentiegels besitzt. Dieser Verschuß ist hier auf einem Quarzstab 6 angeordnet.

Der Außentiegel dient zum Aufschmelzen einer Schmelze 11 aus einer Glasmasse für die spätere Ummantelung der Lichtleitfaser. Der Innentiegel dient zum Aufschmelzen einer Schmelze 21 aus einer Glasmasse für den späteren Lichtleitfaserkern. Das Glas kann laufend in Form von Stäben, hier der Stäbe 110 für den Außentiegel bzw. der Stäbe 210 für den Innentiegel 1, nachgefüllt werden. Es ist ersichtlich, daß das Glas auch in anderer Form, z.B. in Kugeln, nachgeführt werden kann. Es

ist auch möglich, die Tiegel mit einer Glasschmelze nachzufüllen.

Während des Aufschmelzens der Glasmassen bleiben die Düsen des Doppeltiegels durch den Verschuß 5 verschlossen. Danach wird der Tiegel auf eine zum Ziehen von Glasfasern vorgesehene Temperatur abgekühlt, der Verschuß wird entsprechend der Pfeilrichtung nach unten weggezogen, wobei am Verschußring ein Glasschlauch 111 und am Verschußstift ein Glasstrang 211 haften bleiben. Der Glasschlauch bildet die spätere Lichtleitfaserummantelung, der Glasstrang bildet den späteren Lichtleitfaserkern.

Nun können der Glasstrang und der Glasschlauch vom Verschuß gelöst und an einer Aufspultrommel (nicht dargestellt) befestigt werden, so daß nunmehr eine Lichtleitfaser mit lose sitzender gläserner Ummantelung gezogen werden kann. In bekannter Weise kann dabei durch Wahl der Ziehgeschwindigkeit die Größe des Querschnittes der fertigen Lichtleitfaser bestimmt werden.

Um beim Ziehen der Lichtleitfaser ein Kollabieren des Glasschlauches zu vermeiden, kann zwischen den Glasschlauch und den Glasstrang durch eine Gasleitung (nicht dargestellt), die zwischen der Ringdüse im Außentiegel und der Düse des Innentiegels endet, ein Inertgas, beispielsweise ein Edelgas, eingeführt werden.

Die Fig. 2 zeigt nun eine Draufsicht von oben auf den Doppeltiegel, wie er in der Fig. 1 dargestellt ist. Einander entsprechende Positionen haben dabei die gleichen Bezugszeichen, wie in der Fig. 1. Die Ringdüse 10 ist hier gestrichelt gezeichnet, da sie an sich durch den Innentiegel verdeckt wird und damit nicht sichtbar ist.

Die Fig. 3 zeigt nun einen Querschnitt der fertigen Lichtleitfaser. Dabei ist der Lichtleitfaserkern mit 1000, der Lichtleitfasermantel mit 2000 bezeichnet. Die Fig. zeigt deutlich, daß der Lichtleitfaserkern 1000 lose in der Ummantelung ange-



ordnet ist. Der Querschnitt des Faserkerns und der Querschnitt des Fasermantels und der Abstand zwischen Kern und Mantel werden durch die Viskosität der Glasschmelzen, die Ziehgeschwindigkeit und die Geometrie der Füßen bestimmt.

Die Fig. 4 zeigt nun eine abgewandelte Ausführungsform des Doppeltiegels. Einander entsprechende Positionen haben wiederum die gleichen Bezugszeichen wie in der Fig. 1. Bei dem in Fig. 4 dargestellten Doppeltiegel ist der Außentiegel vom Innentiegel durch einen Hohlraum 7 getrennt. Hier kann also durch diesen Hohlraum hindurch beim Ziehen der Lichtleitfaser das Inertgas, beispielsweise Argon oder Stickstoff geleitet werden, so daß, wie bereits beschrieben, ein Kollabieren des Glasschlauches verhindert wird, außerdem wird dadurch ein Anschmelzen des Lichtleitfaserkerns an die Lichtleitfaserummantelung vermieden.

Bei dieser Ausführungsform des Doppeltiegels ist es möglich, Außentiegel und Innentiegel unabhängig voneinander zu beheizen, für den Innentiegel kann beispielsweise im Hohlraum eine weitere Induktionsheizung vorgesehen werden (nicht dargestellt). Damit ist es möglich, mit diesem Doppeltiegel für die Ummantelung und den Kern der Lichtleitfaser sehr unterschiedliche Glassorten zu verwenden, welche große Unterschiede in ihren Schmelz- und Fließverhalten aufweisen.

Fig. 5 zeigt nun eine weitere Abwandlung des Doppeltiegels, hier ist der Innentiegel räumlich getrennt vom Außentiegel angeordnet, der Innentiegel besitzt eine eigene Induktionsheizung 40. Im Außentiegel ist wiederum ein Hohlraum 7 angeordnet, durch den beim Ziehen der Lichtleitfaser der Glasstrang 211, der aus der Düse 20 des Innentiegels austritt, geführt wird.

Bei den in Fig. 4 und Fig. 5 dargestellten Doppeltiegeln ist es vorteilhafterweise leicht möglich, gegebenenfalls noch einen dünnen Gleitmittelfilm, z.B. aus hochreinem Siliconöl, auf den Glasstrang 211 zu geben. Damit wird die Reibung zwischen dem späteren Lichtleitfaserkern und der Ummantelung verringert.

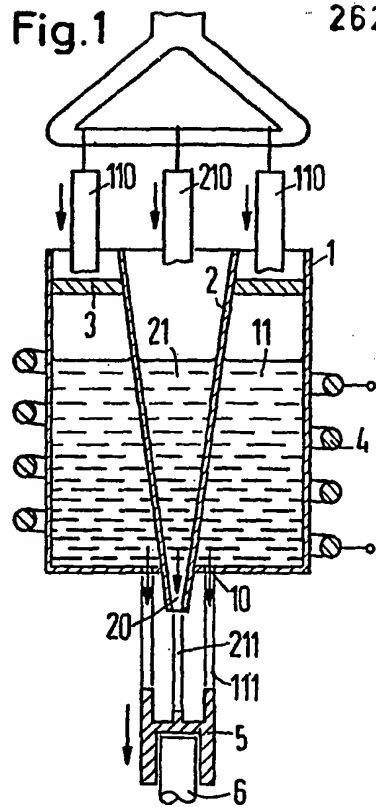
Die in den Fig. 1, 2 und 4 dargestellten Doppeltiegel weisen den besonderen Vorteil auf, daß beim Ziehen der Lichtleitfaser der Glasstrang 211, der den späteren Lichtleitfaserkern bildet, außerordentlich gut gegen Verunreinigungen geschützt ist, so daß die jungfräuliche Oberfläche dieses Glasstranges erhalten bleibt, und so eine Erhöhung der optischen Dämpfungswerte durch Einschleppen von Streuzentren, wie zum Beispiel Staubpartikeln und Verunreinigungen, vermieden wird. Bei einem Doppeltiegel nach Fig. 5 ist es zweckmäßig, die Tiegel in einer Schutzkammer anzuordnen, um derartige Verunreinigungen sicher zu verhindern.

7 Patentansprüche

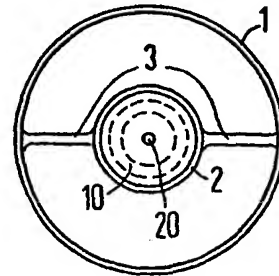
5 Figuren

<sup>10</sup>  
Leerseite

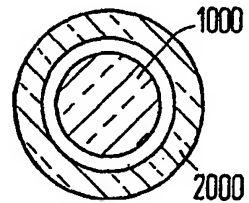
VPA 76 P 7072 BRD 1/1



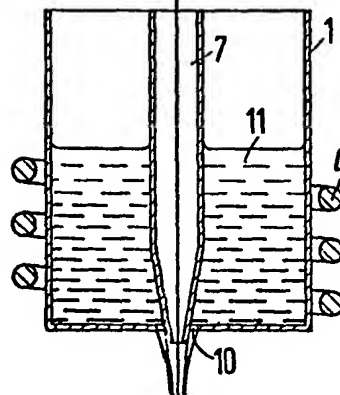
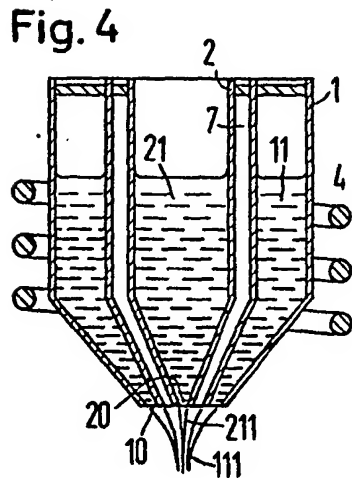
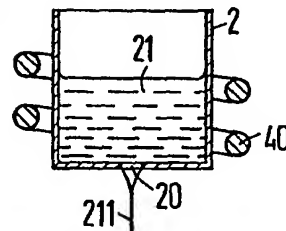
2629658 **Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 5**



709881/0435

Siemens AG